

## **ABSTRAKSI TUGAS AKHIR**

# **Analisa Pengaruh Penambahan Tembaga (Cu) Dengan Variasi (7%, 8%, 9%) Pada Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis**



Ringkasan Tugas Akhir ini disusun  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun :

**RENDY SAPUTRA**

**D 200 060 131**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2012**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul: “ **Analisa Pengaruh Penambahan Tembaga (Cu) Dengan Variasi (7%, 8%, 9%) Pada Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis**” yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 21 JANUARI 2012

Yang menyatakan,

**Rendy Saputra**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “ **Analisa Pengaruh Penambahan Tembaga (Cu) Dengan Variasi (7%,8%, 9%) Pada Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis**”, telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan oleh :

NAMA : **RENDY SAPUTRA**

NIM : **D 200 060 131**

Disetujui pada

Tanggal : .....

Hari : .....

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Masyrukan, MT

Dr. supriyono

Mengetahui

Ketua Jurusan

Ir. Sartono Putro, MT

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir dengan judul "ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN Cu (TEMBAGA) DENGAN VARIASI (7%, 8%, 9%) PADA PADUAN Al-Si (Alumunium-Silikon) TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS" ini telah disahkan oleh dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Rendy Saputra

NIM : D200 060 131

Disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Dewan Penguji :

1. Ketua : **Ir. Masyrukan, MT.** (.....)

2. Anggota 1 : **Dr. Supriyono.** (.....)

3. Anggota 2 : **Agus Yulianto, ST, MT.** (.....)

Dekan

Ketua Jurusan

**Ir. Agus Riyanto. SR, MT**

**Ir. Sartono Putro, MT**

## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

## MOTTO

*Bermimpilah tentang apa yang ingin kamu impikan, pergilah ke tempat-tempat yang kamu ingin pergi. Jadilah seperti yang kamu inginkan, karena kamu hanya memiliki satu kehidupan dan satu kesempatan untuk melakukan hal-hal yang ingin kamu lakukan.*

(Penulis)

*“ Belajarlah untuk selalu bersyukur dan ikhlas dengan meyakini bahwa apapun yang terjadi padamu, entah itu baik atau buruk, itulah yang telah Alloh SWT gariskan dan itulah yang terbaik bagi mu. “*

( HR. Tarmidzi )



## PERSEMBAHAN

*Karya ini kupersembahkan kepada :*

- 1. Ibu, bapak dan nenek terima kasih atas segalanya*
- 2. Keluarga besar rendy rantung*
- 3. Semua insan yang membaca karya ini*

# **Analisa Pengaruh Penambahan Tembaga (Cu) Dengan Variasi (7%, 8%, 9%) Pada Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis**

**Rendy Saputra, Masryukan, Bibit Sugito**  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura  
Email : [Renz1137@yahoo.co.id](mailto:Renz1137@yahoo.co.id)

## **ABSTRAKS**

*Pembuatan aluminium paduan merupakan salah satu solusi untuk mengurangi kelemahan material aluminium murni. Sebagai tambahan terhadap kekuatan mekaniknya akan sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn dan Zn. Adapun untuk memperbaiki sifat aluminium diberikan perlakuan panas (heat treatment).*

*Penelitian ini diawali dengan pengecoran bahan Al-Si variasi Cu 7%, 8%, 9% kemudian pembuatan spesimen dengan standar uji JIS 1981. Z 2202, No.4 untuk uji impak charpy dan JIS 1981. Z 2201, No.7 untuk uji tarik. Kemudian specimen dikenai dua perlakuan, pertama penuaan alamiah (natural aging) dan perlakuan panas (heat treatment). Pada perlakuan panas specimen dikenai perlakuan panas pelarutan (solution heat treatment) 450°C dengan waktu tahan 1 jam, 2 jam, 3 jam kemudian di quenching media air dan terakhir di kenai penuaan buatan (artificial aging) 125°C dengan waktu tahan 1 jam. Pengujian meliputi uji komposisi kimia, struktur mikro, uji impak, uji tarik dan uji kekerasan.*

*Hasil penelitian uji komposisi kimia Al-Si penambahan Cu 7% unsur (Al) 98,65%, (Si) 0,30% dan (Cu) 0,3090%. Pada Al-Si penambahan Cu 8% unsur (Al) 97,92%, (Si) 0,40% dan (Cu) 0,9350%. Pada Al-Si penambahan Cu 9% unsur (Al) 96,16%, (Si) 1,00% dan (Cu) 1,9290%. Hasil uji impak diketahui bahwa semakin banyak kadar penambahan Cu ke paduan Al-Si semakin rendah harga impaknya. Kemudian pada material yang mengalami proses heat treatment harga impaknya meningkat dan semakin lama waktu tahan pada proses heat treatment harga impaknya semakin meningkat. Hasil uji tarik diketahui bahwa semakin banyak penambahan Cu ke paduan Al-Si kekuatan tariknya meningkat. Kemudian material yang mengalami proses heat treatment kekuatan tariknya semakin meningkat dan semakin lama waktu tahan pada proses heat treatment kekuatan tariknya semakin meningkat lagi. Hasil uji kekerasan diketahui bahwa semakin banyak penambahan Cu ke paduan Al-Si kekerasan meningkat. Kemudian material yang mengalami proses heat treatment kekerasannya semakin meningkat dan semakin lama waktu tahan pada proses heat treatment kekerasannya semakin meningkat lagi.*

**Kata kunci : Penambahan Cu (7%, 8%, 9%) Solution heat treatment.**



## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Syukur Alhamdulillah, segala puji kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir berjudul, “**Analisa Pengaruh Penambahan Tembaga (Cu) Dengan Variasi (7%, 8%, 9%) Pada Paduan Aluminium Silikon (Al-Si) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis**”, dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Agus Riyanto, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Sartono Putro, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Ir. Masyrukan, MT., selaku Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan ilmu dan arahan serta bimbingannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Dr. Supriyono selaku Pembimbing Pendamping terima kasih atas pembelajaran yang singkat selama ini.
5. Muh. Alfatih Hendrawan ST, MT selaku Pembimbing Akademik penulis.
6. Ibu, dan Bapak terima kasih atas segalanya.
7. Keluarga, yang selalu memberikan inspirasi dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan Teknik Mesin angkatan '06 dan teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuannya selama ini, semoga kalian sukses selalu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, 21 Januari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul.....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Lembar Soal Tugas Akhir .....	v
Motto .....	vi
Persembahan.....	vii
Abstraks .....	viii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar .....	xiv
Daftar Tabel .....	xvi
Daftar Lampiran .....	xvii
BAB I   PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian .....	6
1.5. Manfaat Penelitian .....	6
BAB II   LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka .....	9
2.2. Dasar Teori .....	11
2.2.1. Aluminium .....	11
2.2.2. Paduan Aluminium .....	12
2.2.3. Diagram Fasa Sebagai Dasar Metalografi.....	15
2.2.4  Klasifikasi Aluminium Paduan .....	18
2.2.5  Perlakuan Panas Pada Aluminium .....	20

2.2.6	Skema Proses Perlakuan Panas .....	24
2.3.	Pengujian Sifat Fisis Dan Mekanis .....	25
2.3.1.	Pengujian Komposisi Kimia .....	25
2.3.2.	Pengujian Struktur Mikro .....	26
2.3.3.	Pengujian Impak .....	27
2.3.4.	Pengujian Tarik .....	29
2.3.5	Pengujian Kekerasan .....	33

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	36
3.2.	Material Bahan .....	37
3.3.	Peralatan Penelitian .....	38
3.3.1.	Peralatan Proses Pengecoran .....	38
3.3.2.	Peralatan Proses Perlakuan Panas .....	41
3.4.	Instalasi Pengujian .....	42
3.4.1	Pengujian Komposisi Kimia .....	42
3.4.2	Pengujian Struktur Mikro .....	44
3.4.3	Pengujian Impak .....	45
3.4.4	Pengujian Tarik .....	46
3.4.5	Pengujian Kekerasan .....	49
3.5	Sampel Specimen .....	50
3.5.1	Specimen Uji Komposisi Kimia Dan Struktur Mikro.	50
3.5.2	Specimen Uji Impak .....	51
3.5.3	Specimen Uji Tarik .....	51
3.5.4	Specimen Uji Kekerasan .....	52
3.5.5	Jumlah Specimen .....	52
3.6	Pelaksanaan Penelitian .....	53
3.6.1	Studi Teori .....	53
3.6.2	Persiapan Material .....	54
3.6.3	Pengecoran Dan Pembentukan Specimen .....	54
3.6.4	Proses Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ) .....	54
3.6.5	Proses Pengujian Material .....	56

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Komposisi Kimia .....	57
4.1.1. Data Hasil Pengujian Komposisi Kimia .....	57
4.1.2. Pembahasan Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	58
4.2. Pengujian Struktur Mikro .....	60
4.2.1. Data Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	60
4.2.2. Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro .....	62
4.3. Pengujian Impak .....	63
4.3.1. Data Hasil Pengujian Impak <i>Charpy</i> .....	63
4.3.2. Pembahasan Hasil Pengujian Impak <i>Charpy</i> .....	64
4.4. Pengujian Tarik .....	66
4.4.1. Data Hasil Uji Tarik .....	66
4.4.2. Pembahasan Hasil Pengujian Tarik .....	67
4.5. Pengujian Kekerasan .....	69
4.5.1. Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> .....	69
4.5.2. Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> ..	70

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan .....	72
5.2. Saran.....	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram Fasa Larut Sempurna dan titik eutektik .....	17
Gambar 2.2.	Diagram Fasa Al-Cu .....	20
Gambar 2.3.	Diagram Fasa Al-Si .....	21
Gambar 2.4.	Skema Perlakuan Panas Pada Aluminium .....	26
Gambar 2.5.	Proses Pengamatan Pada Mikroskop.....	28
Gambar 2.6.	Pengujian Impak .....	29
Gambar 2.7.	Garis Lengkung Tegangan Regangan .....	31
Gambar 2.8.	Metode Pengujian Kekerasan .....	35
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	37
Gambar 3.2.	Aluminium, Silikon dan Tembaga .....	38
Gambar 3.3.	Blower .....	39
Gambar 3.4.	Tungku .....	40
Gambar 3.5.	Arang Kayu dan Kokas .....	40
Gambar 3.6.	Cetakan Pasir.....	41
Gambar 3.7.	Dapur Pemanas .....	42
Gambar 3.8.	Bak Air.....	42
Gambar 3.9.	Catut.....	43
Gambar 3.10.	Spektrometer .....	44
Gambar 3.11.	Mikroskop dan <i>Optilap Viewer</i> .....	46
Gambar 3.12.	Alat Uji Impak .....	46
Gambar 3.13.	Alat Uji Tarik (lab. Teknik Mesin UGM) .....	48
Gambar 3.14.	Alat Uji Tarik (lab. Teknik Mesin UNS).....	49
Gambar 3.15.	Alat Uji Kekerasan .....	50
Gambar 3.16.	Pembebanan Pada Alat Uji Kekerasan.....	51
Gambar 3.17.	Sampel Specimen Uji Komposisi Kimia Dan Struktur Mikro.....	51
Gambar 3.18.	Ukuran Specimen Uji Impak <i>Charpy</i> (JIS 1981. Z 2202, No.4) ..	52
Gambar 3.19.	Sampel Specimen Uji Impak <i>Charpy</i> (JIS 1981. Z 2202, No.4) .....	52

Gambar 3.20.	Ukuran Specimen Uji Tarik (JIS 1981. Z 2201, No.7) .....	52
Gambar 3.21.	Sampel Specimen Uji Tarik (JIS 1981. Z 2201, No.7) ...	53
Gambar 3.22.	Sampel Specimen Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	53
Gambar 3.23.	Grafik Proses Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ) .....	57
Gambar 4.1.	Foto Struktur Mikro <i>Raw Material</i> Pembesaran 100x ....	61
Gambar 4.2.	Foto Struktur Mikro <i>Solution Heat Treatment</i> 450°C 1 Jam, <i>Quenching</i> dan <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam Pembesaran 100x .....	61
Gambar 4.3.	Foto Struktur Mikro <i>Solution Heat Treatment</i> 450°C 2 Jam, <i>Quenching</i> dan <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam Pembesaran 100x .....	62
Gambar 4.4.	Foto Struktur Mikro <i>Solution Heat Treatment</i> 450°C 3 Jam, <i>Quenching</i> dan <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam Pembesaran 100x .....	62
Gambar 4.5.	Histogram Hasil Uji Impak Antara <i>Raw Material</i> Dan Perlakuan Panas Pelarutan ( <i>Solution Heat Treatment</i> ) 450°C Waktu Tahan 1 Jam, 2 Jam Dan 3 Jam, <i>Quenching</i> , <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam .....	65
Gambar 4.6.	Histogram Hasil Uji Tarik Antara <i>Raw Material</i> Dan Perlakuan Panas Pelarutan ( <i>Solution Heat Treatment</i> ) 450°C Waktu Tahan 1 Jam, 2 Jam Dan 3 Jam, <i>Quenching</i> , <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam .....	68
Gambar 4.7.	Histogram Hasil Uji Kekerasan Antara <i>Raw Material</i> Dan Perlakuan Panas Pelarutan ( <i>Solution Heat Treatment</i> ) 450°C Waktu Tahan 1 Jam, 2 Jam Dan 3 Jam, <i>Quenching</i> , <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam .....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Batas Kelarutan Specifik Elemen Penting Paduan aluminium ..... 18

Tabel 2.2. Klasifikasi Paduan Aluminium ..... 18

Tabel 3.1. Jumlah Specimen ..... 54

Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Komposisi Kimia ..... 58

Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Impak *Charpy* ..... 64

Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Tarik ..... 67

Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers* ..... 70



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel unsur periodik
- Lampiran 2. Tabel sifat-sifat mekanik
- Lampiran 3. Tabel metode pengujian komposisi kimia
- Lampiran 4. Tabel metode pengujian kekerasan
- Lampiran 5. Tabel komposisi raw material Aluminium (Al)
- Lampiran 6. Tabel komposisi raw material Silikon (Si)
- Lampiran 7. Tabel komposisi raw material Tembaga (Cu)
- Lampiran 8. Tabel komposisi kimia penambahan (Cu 7%)
- Lampiran 9. Tabel komposisi kimia penambahan (Cu 8%)
- Lampiran 10. Tabel komposisi kimia penambahan (Cu 9%)
- Lampiran 11. Grafik uji tarik heat treatment 1 jam (Cu7%)
- Lampiran 12. Grafik uji tarik heat treatment 1 jam (Cu7%)
- Lampiran 13. Grafik uji tarik heat treatment 1 jam (Cu8%)
- Lampiran 14. Grafik uji tarik heat treatment 1 jam (Cu 8%)
- Lampiran 15. Grafik uji tarik heat treatment 1 jam (Cu 9%)
- Lampiran 16. Grafik uji tarik heat treatment 1 jam (Cu 9%)
- Lampiran 17. Grafik uji tarik heat treatment 2 jam (Cu 7%)
- Lampiran 18. Grafik uji tarik heat treatment 2 jam (Cu 7%)
- Lampiran 19. Grafik uji tarik heat treatment 2 jam (Cu 8%)
- Lampiran 20. Grafik uji tarik heat treatment 2 jam (Cu 8%)
- Lampiran 21. Grafik uji tarik heat treatment 2 jam (Cu 9%)
- Lampiran 22. Grafik uji tarik heat treatment 2 jam (Cu 9%)

Lampiran 23. Grafik uji tarik heat treatment 3 jam (Cu 7%)

Lampiran 24. Grafik uji tarik heat treatment 3 jam (Cu 7%)

Lampiran 25. Grafik uji tarik heat treatment 3 jam (Cu 8%)

Lampiran 26. Grafik uji tarik heat treatment 3 jam (Cu 8%)

Lampiran 27. Grafik uji tarik heat treatment 3 jam (Cu 9%)

Lampiran 28. Grafik uji tarik heat treatment 3 jam (Cu 9%)

Lampiran 29. Grafik uji tarik raw material (Cu 7%)

Lampiran 30. Grafik uji tarik raw material (Cu 8%)

Lampiran 31. Grafik uji tarik raw material (Cu 8%)

Lampiran 32. Grafik uji tarik raw material (Cu 9%)

Lampiran 33. Standar uji tarik JIS 1981 Z 2201 No.7

Lampiran 34. Standar uji impak JIS 1981 Z 2202 No.4

Lampiran 35. Proses pengecoran